



上海“双千兆宽带城市”发展白皮书

中国信息通信研究院

宽带发展联盟

二〇二〇年十一月

版权声明

前 言

近年来，全球经济持续低迷，以数据为关键要素，新一代信息技术为核心引领，新型信息基础设施为基础支撑的数字经济正在成为驱动全球经济增长的全新动能。特别是新冠肺炎疫情在全球范围内的爆发和流行进一步加剧了全球经济衰退程度，根据世界银行预测，2020年，全球93%的经济体将陷入经济衰退，而远程办公、远程教育、电子商务、非接触式配送、在线娱乐则成为人们在疫情之中维系生产生活的重要方式，数字经济的活力与韧性更加彰显，宽带网络的支撑与保障作用功不可没。

习近平总书记指出信息化为中华民族带来了千载难逢的机遇，党中央、国务院高度重视信息化的发展与应用，先后提出宽带中国、网络强国、数字中国等战略，推动我国宽带网络的建设与应用实现了跨越式发展。"十三五"以来，在固定网络方面，光纤到户、宽带入村、提速降费等工作取得明显成效，而在移动网络方面则实现了从2G跟随到5G领跑的巨大突破，为全面建成小康社会，加快实现"两个一百年"奋斗目标奠定了坚实基础，在疫情期间不仅经受住了流量爆发式增长的考验，而且为有效阻击疫情，有序复工复产，实现"六保"和"六稳"提供了有力支撑。

上海作为全国改革开放的排头兵，立足"四个放在"战略基点，围绕"五个中心"建设，不断强化"四大功能"，在迈向社会主义现代化国际大都市的进程中，以"双千兆宽带城市"建设为基础，打造"一网通

办"与"一网统管"现代化城市治理体系，发展在线新经济，不断加快推动城市数字化转型。通过多年来对固定宽带千兆、5G 千兆网络部署的全力推进，目前，上海已基本建成"双千兆第一城"，固定宽带光纤实现全市 99%家庭覆盖，平均下载速率和千兆用户渗透率均排名全国第一，5G 基站占比（5G 基站在所有基站中的占比）上海为 20.19%，同样位列全国第一。

面向未来，上海将在打响"双千兆宽带城市"品牌的基础上，以解决超大型城市发展面临的问题，满足人民对美好生活的需求为导向，加快布局新一代信息通信技术，大力推进新型基础设施建设，持续扩大网络覆盖，优化网络质量，创新网络应用，提升用户感知，在从网络时代迈向智能时代的过程中，继续发挥示范引领作用。本白皮书从宏观趋势、网络建设、应用赋能等方面，对近年来上海"双千兆宽带城市"建设的背景、举措和成效进行了梳理与总结，并对未来发展提出了展望，期望能够为社会各界提供一些借鉴和参考。

目 录

图 目 录

表 目 录



一、 全球迈入千兆网络新时代

伴随着信息通信技术的不断发展，全球正在迈入千兆网络新时代。各主要国家均在积极争抢发展主动权，推动千兆光纤固网与 5G 千兆移动网络建设，促进各行业、各领域探索基于千兆网络的创新应用，努力形成新的竞争优势。中国政府将网络视为战略性公共基础设施，各级政府不断出台各类政策推动千兆网络的建设和应用。经过多年发展，中国宽带网络建设取得了显著成效，包括固定网络和移动网络在内的网络综合发展水平已迈上新台阶，达到国际领先水平，特别是在移动通信领域，取得了 5G 网络的先发优势。

(一) 千兆网络大势所趋，成为主要国家战略目标

1. 各国加快千兆固定网络部署进程

当前，全球加快千兆固定网络部署趋势明显，《中国宽带发展白皮书（2020）》中援引 OVUM 数据显示，全球 FTTH（光纤到户）渗透率已超过 50%，超过 50 个国家的数百家运营商相继发布了千兆业务。

根据中国信息通信研究院（以下简称“中国信通院”）的梳理，目前从全球范围看，美国千兆网络业务起步最早，但覆盖率不高，仍处于普及阶段。日本、韩国、新加坡等亚洲国家虽然起步晚于美国，但千兆网络业务发展迅猛，目前韩国和新加坡的千兆家庭覆盖已分别达到 93%和 95%。欧洲电信运营商仍然采用基于铜线接入的 xDSL 作为宽带接入的主流方式，通过新技术提速支持千兆宽带业务，但在技

术发展潜力，对千兆业务支持能力等方面，总体发展落后于中、日、韩、新等亚洲国家。

从全球固定网络通信的技术发展趋势来看，目前已经进入了以 10G PON 无源光网络接入技术为基础的千兆接入时代。宽带发展联盟在《千兆宽带网络商业应用场景白皮书》中指出，10G PON 在技术上支持“上下行速率对称 10Gbps，时延降低到 100us 以下”。因此，与前几代固定网络接入技术相比，10G PON 技术能够更好地满足各类高速宽带业务应用的接入网络需求。此外，中国信通院的研究表明，10G PON 技术具有大带宽、广覆盖等特征，单系统可为 30-40 户家庭提供千兆接入的能力，成为世界各国运营商在部署高速光接入网时的优先技术选择。在此基础上，以技术发展和创新应用为双轮驱动，将推动光联万物、极致体验的智能时代到来。

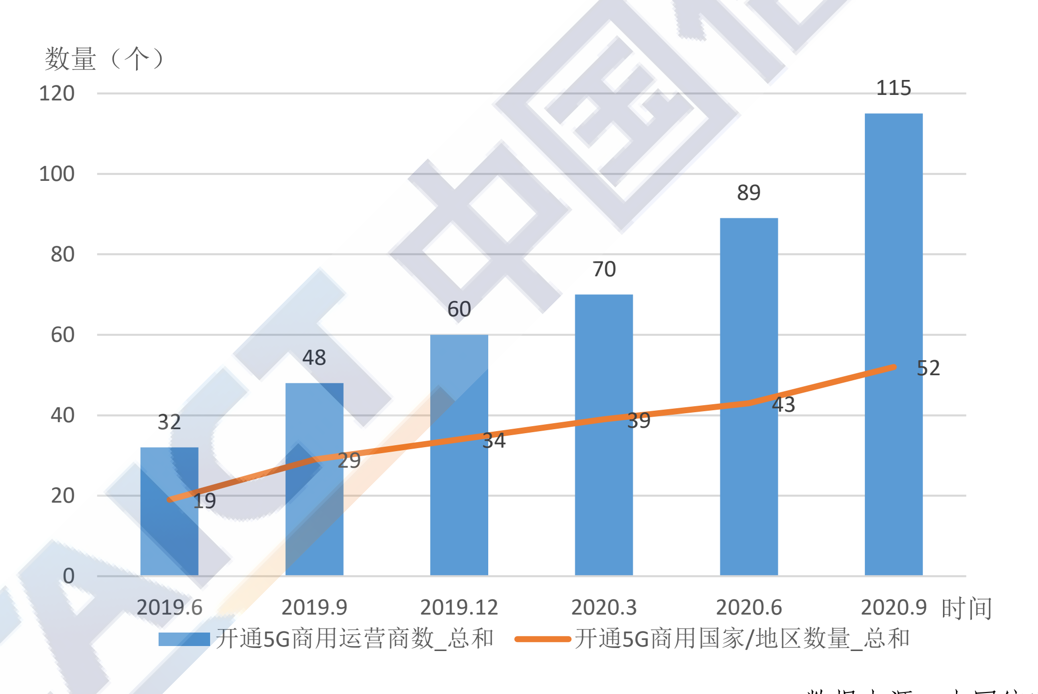
固网代际	Fn1	Fn2	Fn3	Fn4	Fn5
典型业务	语音、拨号	多媒体网页标清视频	720P/1080P 高清视频	4K 超高清、云游戏	8K 视频、Cloud VR
典型带宽	窄带 PSTN/ISDN 64Kbps	宽带 ADSL 10Mbps	超宽带 VDSL/Vec/SV 30~200mBPS	超百兆 GPON/EPON /G.fast 100~500Mbps	千兆超宽 10G PON 1Gbps~5Gbps
建网模式	电话端局/ 窄带接入网	CO DSLAM	FTTC/FTTB	FTTH/FTTdp	FTTH
发展历程	~2000	2000~2010	2005~2015	2010~2020	2015~2025

资料来源：宽带发展联盟

图 1 固定网络技术发展历程

2. 5G 成为千兆移动网络关键抓手

5G 作为新一代移动通信技术，具有大带宽、低时延的技术优势，已成为建设千兆移动网络的关键抓手。全球各主要国家均将 5G 视为构筑国家竞争优势的重要战略契机，纷纷加大力度推动 5G 网络建设。中国信通院援引的 GSA 数据显示，截至 2020 年 3 月，全球 123 个国家和地区的 381 家运营商宣布开展 5G 网络建设，40 个国家和地区推出一项或多项 5G 服务。截至 2020 年 9 月，全球已实现 5G 商用的国家和地区已达到 52 个，相应的运营商总量达到 115 个，具体如下图所示：



数据来源：中国信通院

图 2 全球实现 5G 商用的运营商及国家/地区数量变化

根据中国信通院的梳理，在全球主要国家中，美国政府近年来多次颁布新政和法案，对 5G 发展进行全面布局，其国内四大运营商均已开启 5G 商用，重点部署毫米波频段业务，并正在向中低频段扩展，

例如 T-Mobile 已在 2019 年 12 月使用 600MHz 频谱开通全国性 5G 网络，低频网络覆盖了美国 5000 多个城镇、2 亿多人口。而韩国在抢先全球 5G 商用首发后，持续发力 5G 网络建设，截至 2020 年 4 月，韩国 5G 基站规模达 11.5 万个，服务范围覆盖了 93%的韩国人口，5G 用户规模达 634 万，在移动电话用户中的占比为 9.1%，人口普及率达 12.4%。此外，欧盟也在积极实施“5G 行动计划”，主要电信运营商已在 10 多个国家开通 5G 服务。

(二) “宽带中国”战略全面收官，综合水平国际领先

1. 政策环境支持千兆网络发展

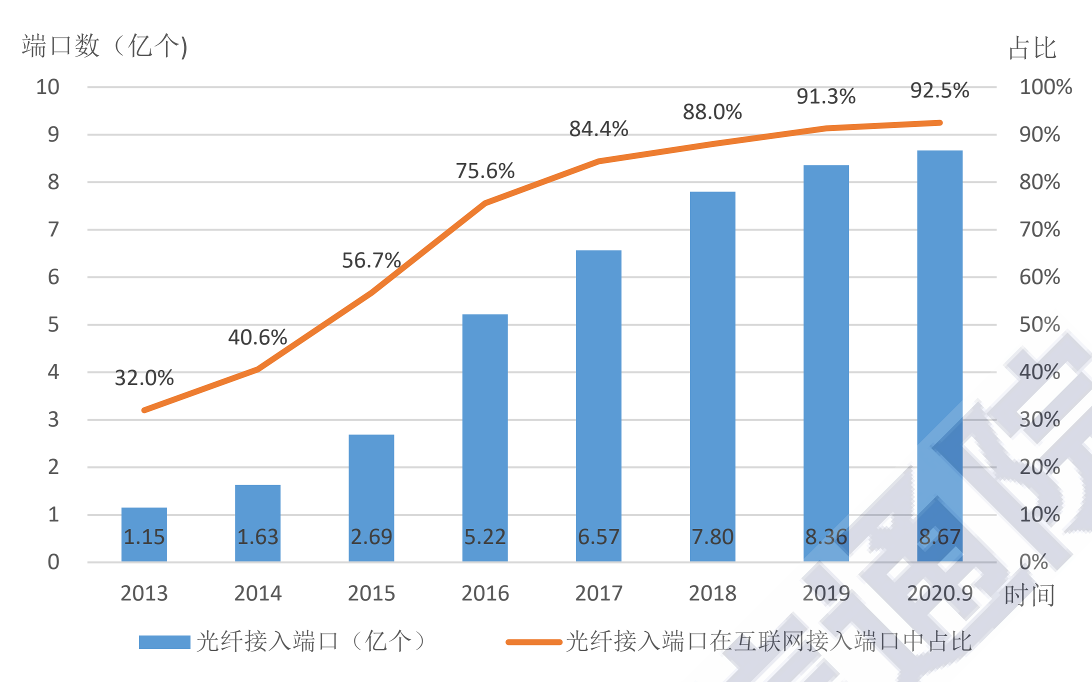
宽带网络被视为我国经济社会发展的战略性公共基础设施，受到各级政府的高度重视。在中央层面，2013 年国务院发布了《“宽带中国”战略及实施方案》，2018 年 12 月中央经济工作会议提出，加快 5G 商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设。2019 年中央政府工作报告中明确提出，将开展城市千兆宽带入户示范，改造提升远程教育、远程医疗网络。此外，2019 年工业和信息化部（以下简称工信部）正式启动了“双 G 双提”行动，推动固定宽带和移动宽带双双迈入千兆（G 比特）时代，为高带宽应用创新和推广提供基础网络保障。2020 年 3 月，政治局常务委员会会议进一步强调，加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度。2020 年 9 月 9 日的国务院常务会议，明确提出“建设千兆城市”。2020 年中，在全国工业和信息化主管部门负责同志会议上，工信部提出：统筹 5G 和千兆

光纤“双千兆”网络发展，开展“百城千兆”创建行动。

在地方层面，全国各地紧跟中央政策精神，积极出台一系列鼓励宽带网络建设发展的地方性政策文件。以 5G 为例，根据中国信通院统计，截至 2020 年 9 月，各地政府出台行动计划、实施方案、指导意见等各类 5G 扶持政策文件 460 个，其中省级 62 个，市级 228 个，区县级 170 个，多地政府对基站建设、用电成本进行补贴，积极开展 5G 应用示范，持续深化 5G 产业合作。其中，上海最新出台的《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020-2022 年）》，提出三年内新建 3.4 万个 5G 基站。

2. 网络基础设施能级显著提升

自 2013 年“宽带中国”战略提出以来，中国网络基础设施覆盖率显著提高，网络质量明显提升。根据工信部《2020 年前三季度通信业经济运行情况》的数据显示，截至 2020 年 9 月，全国光纤到户端口 8.67 亿个，光纤到户端口在所有宽带端口中占比已达到 92.5%，全国所有地级市均已建成光纤网络全覆盖的“光网城市”，城市固定宽带接入能力普遍超过 100Mbps，而部分发达城市已实现千兆接入能力普及。农村固定宽带接入能力超过 12Mbps，行政村通光纤宽带比例超过 98%。此外，大型企事业单位接入宽带普遍超过 1000Mbps。



数据来源：工信部、中国信通院

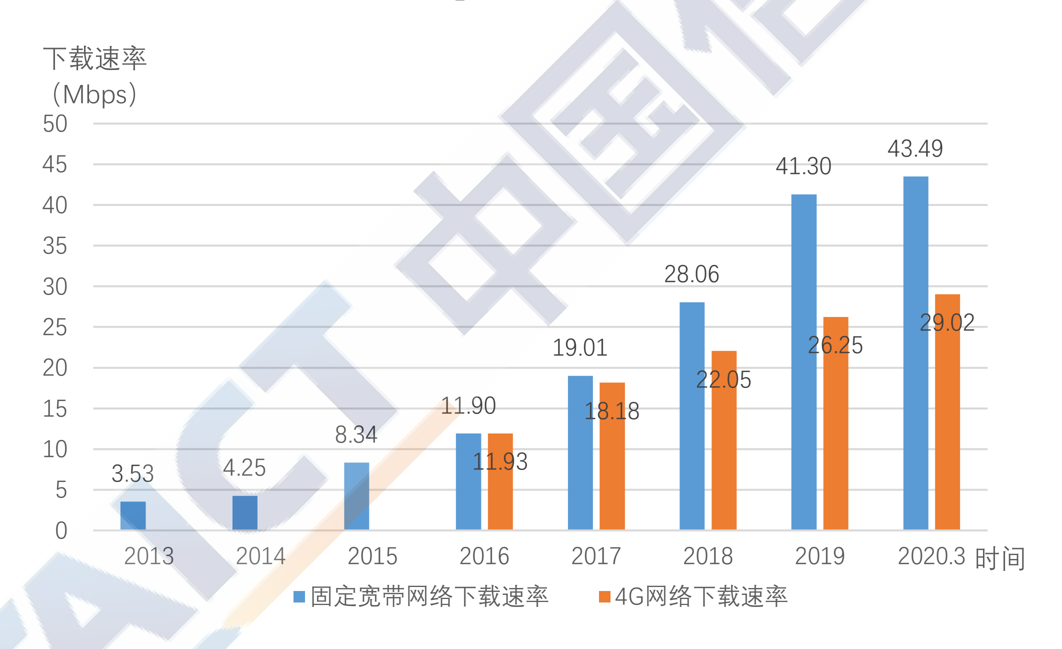
图 3 中国固定宽带光纤接入端口总数及占比情况

从用户层面看，根据工信部《2020 年前三季度通信业经济运行情况》的数据显示，截至 2020 年 9 月，全国光纤接入用户已达 4.45 亿户，占固定宽带用户的比重为 93.5%，远超 OECD 国家的平均水平，仅次于新加坡，已位居全球第二。同时，100Mbps 及以上接入速率的固定宽带接入用户超 4 亿户，占总用户数的 88.2%，千兆及以上用户达 425 万户。

在移动网络方面，根据工信部数据显示，目前中国已建成全球规模最大、覆盖最广的 4G 网络，截至 2020 年 6 月，我国 4G 基站共计 560.2 万个，同比增长 26%，在全国移动通信基站总量中占比 63.9%。而从用户普及情况看，截至 2020 年 9 月，我国 4G 用户总数合计 12.93 亿户，在移动电话用户总数中占比为 80.8%。此外，我国 5G 网络建设规模同样领先全球，截至 2020 年 9 月，全国 5G 基站近 70 万个，

正在加快由 NSA（非独立组网）向 SA（独立组网）的演进，5G 用户数已达 1.7 亿户。

在网络质量方面，宽带发展联盟的最新监测数据表明，当前我国固定宽带网络平均下载速率为 43.49Mbps，是 2015 年同期的 5.2 倍；4G 网络平均下载速率达 29.02Mbps，是 2016 年三季度开始监测时的 2.5 倍。用户上网体验明显改善，我国固定宽带用户的浏览网页平均首屏呈现时间为 0.89 秒，较 2015 年（2.2 秒）缩短了一半以上，固定宽带用户观看网络视频的平均下载速率达到 24.66Mbps，同比大幅提升 24%，是 2015 年（6.86Mbps）的 3.6 倍。



数据来源：宽带发展联盟、中国信通院

图 4 中国固定宽带网络与 4G 网络平均下载速率

3. 千兆网络产业生态日益完善

中国信通院在《中国宽带发展白皮书（2020）》中提出，国内外宽带网络正朝着“联接、计算、平台、应用”四大支柱体系方向迈进。

而基于这四个方面所形成的日益完善的生态体系，正是支撑中国千兆网络建设取得跨越式发展的关键力量。

目前，在网络连接方面，中国不仅千兆固定网络和 5G 网络建设方面取得领先地位，而且在 IPv6 规模部署方面也走在世界前列，根据中国信通院的梳理，截至 2019 年 6 月，我国已完成 13 个骨干直连点 IPv6 升级改造，累计开通 IPv6 网间带宽 7Tbps，2020 年 7 月，三家基础电信企业已向 14.4 亿固定和移动终端分配了 IPv6 地址，骨干网 IPv6 网络质量与 IPv4 基本趋同。

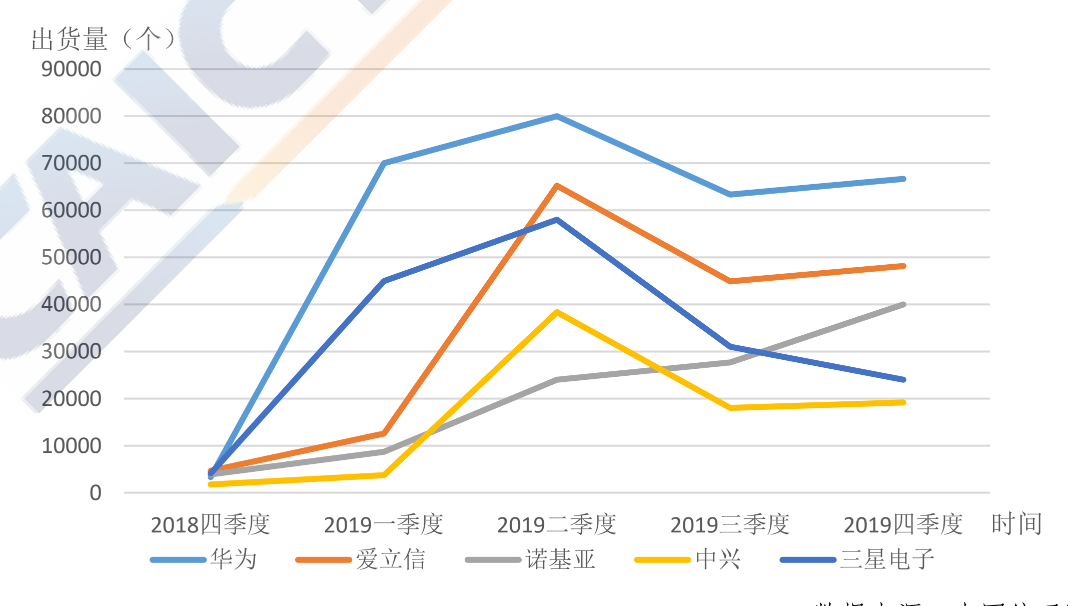
在计算增效方面，中国数据中心规模快速增长，并且与全球趋势一致，向规模化、集约化方向发展，根据中国信通院援引 Synergy Research Group 的数据表明，截至 2020 年 6 月，中国在全球超大规模数据中心分布中占比为 9%，位居世界第二，仅次于美国（38%）。

在平台建设方面，中国的物联网平台、工业互联网平台加速发展，是汇聚数据、算法的重要载体，为上层创新应用提供了关键支撑，将日益成为宽带网络生态体系的重要组成部分。以工业互联网的发展为例，根据中国信通院的预测，2020 年我国工业互联网产业经济增加值规模将约为 3.1 万亿元。

在创新应用方面，《千兆宽带网络商业应用场景白皮书》提出千兆固定宽带网络十大商业应用场景，主要包括云 VR、智慧家庭、游戏、社交网络、在线教育、远程医疗和智能制造等，而 5G 的应用场景也日趋丰富，中国信通院将其归纳为产业数字化、智慧化生活、数字化治理三大方向，包括 4K/8K 超高清视频、VR/AR、无人机/车/船、

机器人四类通用应用，以及工业、医疗、教育、安防等多领域的行业创新应用。目前，基于千兆网络支撑的在线娱乐、在线教育、在线办公等应用在中国已日趋成熟，特别是在新冠肺炎疫情期间发挥了重要作用。此外，在远程医疗、智能制造、智慧城市治理等方面的应用创新也层出不穷。

产业生态体系的日趋成熟进一步拉动了基础网络建设，同时也带动了相关企业和产业的发展壮大。以 5G 为例，中国信通院预计 2020-2025 年，5G 商用将带动 1.8 万亿元的移动数据流量消费、2 万亿元的信息服务消费和 4.5 万亿元的终端消费。因此，在规模巨大的国内 5G 网络建设需求支撑下，即使面临日益复杂的国际政治经济形势带来的不利挑战，我国信息设备制造企业仍具有强大市场竞争力，华为仍是全球最大的 5G 网络设备供应商。根据中国信通院的统计，2019 年华为和中兴 5G 基站出货量分别位居全球第一和第五，合计占全球总出货量的 40%以上。



数据来源：中国信通院

图 5 全球主要设备商 5G 基站出货量变化

4. 不同区域发展存在地区差异

在总体水平快速提升的同时，中国千兆网络建设也存在区域差异，东部地区总体处于引领地位。《中国宽带发展白皮书（2020）》指出，目前我国东部地区已全面贯彻光纤到户国家标准，新建楼宇全部实现光纤到户，老旧小区大力实施“光进铜退”，率先完成光纤宽带网络升级。而上海等地则进一步积极开展千兆光纤接入试点，推进部署千兆宽带接入网络。在 5G 网络部署方面，以京津冀、长三角、粤港澳大湾区为代表的东部地区率先加快布局 5G 网络。

根据《中国宽带发展白皮书（2020）》数据显示，截至 2020 年 6 月，东部地区 1000Mbps 及以上接入速率的固定网络接入用户达 155 万户，占全国千兆用户总数的 58.1%。而在 5G 网络方面，东部地区 5G 基站总规模达 26 万个，占全国 5G 基站总规模的比重达 63.4%。

二、 上海双千兆网络建设成果与举措

以 5G 和千兆固网为代表的新一代信息基础设施是城市能级和核心竞争力的重要体现。作为全国改革开放排头兵和经济中心，上海在固定网络和移动网络建设方面始终走在全国前列，具有建设双千兆网络的良好基础。因此，上海在 2018 年发布的《上海市推进新一代信息基础设施建设助力提升城市能级和核心竞争力三年行动计划（2018-2020 年）》中，**率先提出了“打造‘双千兆宽带城市’，到 2020 年底移动通信网络、固定宽带网络接入能力均达到 1000Mbps，用户感知速率均达到 50Mbps”的目标。**2018 年 12 月，上海市委书记李强同志提出进一步打响“双千兆宽带城市”品牌。

目前，国际上暂无统一的“双千兆宽带城市”标准。2020 年 10 月，在中国国际信息通信展“2020 年‘百城千兆’暨未来城市发展高峰论坛”上，中国信通院提出了“百城千兆”建设思考，并指出，下一步宽带网络的建设重点，将聚焦于千兆宽带和 5G 等下一代信息通信基础设施。我国广大城市是推动宽带网络建设发展的主力军，加快千兆网络等新型信息网络基础设施建设部署，创建“百城千兆”，可以“一业带百业”，既助力产业升级、培育新动能，又带动创业就业，利当前惠长远，对推动未来城市社会经济发展具有重要的支撑作用。

同时，在论坛上中国信通院提出，各城市推进“百城千兆”建设，主要可从三个方面入手：一是增强网络基础设施能力和覆盖水平。坚持适度超前的建设节奏，加快推动千兆网络的建设部署和广泛覆盖，从而形成“以建促用”的良性模式。二是加速千兆网络业务的创新和应

用。加快千兆网络业务的用户发展，推进千兆网络在各行各业的业务应用，带动基础设施和产业发展。三是创造良好的政策发展环境，助力城市在信息网络基础设施上占据发展优势。

目前，工信部信息通信发展司已启动对各城市“百城千兆”建设情况的调查摸底，设计了相关调查指标，从宽带能力和覆盖、千兆业务创新和应用、创造良好发展政策环境三个方面开展评价，主要调查的指标包括：在宽带能力和覆盖方面，主要考虑城市千兆光纤网络覆盖率，城市 10G PON 端口比，义务教育学校、住宅小区、商务楼宇等重点场所光纤宽带覆盖率；在千兆业务创新和应用，主要考虑城市千兆家庭用户渗透率，千兆政企用户渗透率，在教育、医疗、公共服务等重点行业千兆业务应用情况；在创造良好发展政策环境方面，主要考虑千兆宽带发展顶层设计、城市政府对千兆宽带发展的政策支持以及相应的组织保障措施。

根据上海市经济和信息化委员会（以下简称“上海市经信委”）数据，上海固定宽带光纤已实现全市 99%家庭覆盖，截至 2020 年三季度，上海固定宽带千兆已覆盖 960 万户家庭，实现“万兆到楼，千兆入户”。此外，根据宽带发展联盟监测数据，**2020 年上半年，上海固定宽带平均可用下载速率为 50.32Mbps，为全国第一个超过 50 Mbps 的城市。**在 5G 网络建设方面，上海同样领跑全国，被三大电信运营商同时列为 5G 网络首发城市，根据上海市经信委数据，截至 2020 年 10 月底，上海累计建设 5G 室外基站 3.14 万个，5G 室内小站 4.98 万个。此外，上海无线电检测行业联盟等单位编制的《上海市

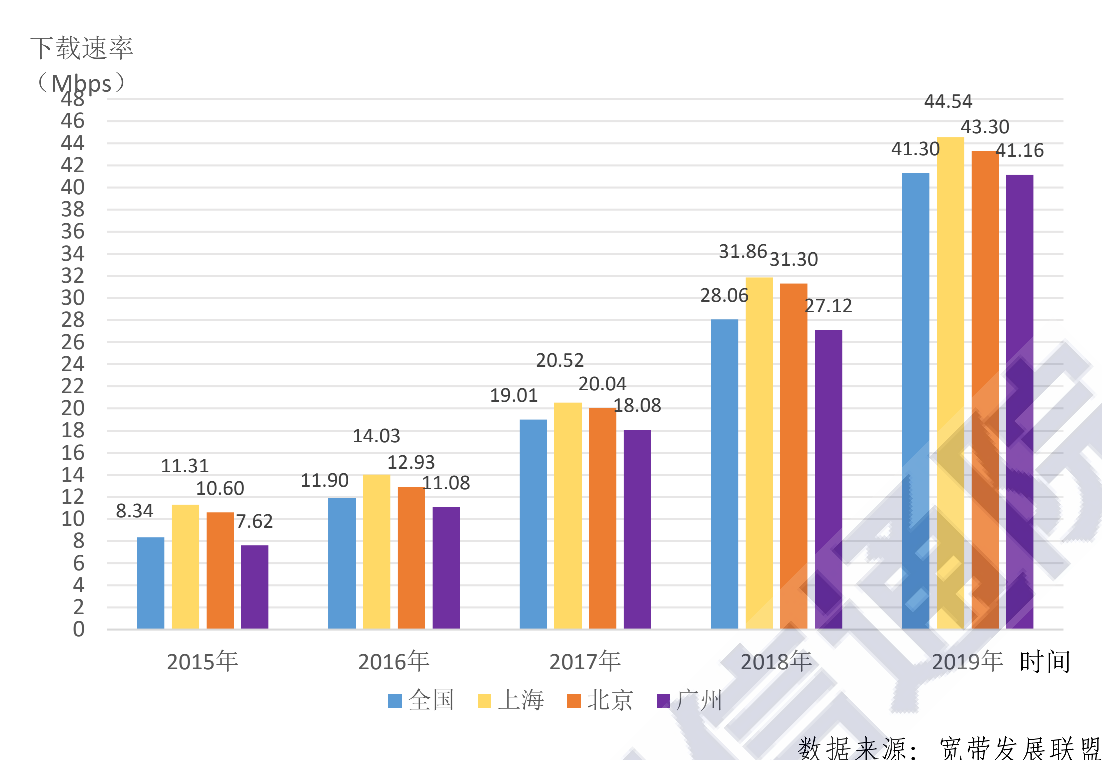
5G 网络及用户感知测评报告（2019 年）》数据显示，上海**已实现中心城区和郊区重点区域连续覆盖，平均下载速率超 300Mbps，重点区域下载速率超 800Mbps。**

因此，对照我国推进“千兆城市”建设的相关指标考虑，以及《上海市推进新一代信息基础设施建设助力提升城市能级和核心竞争力三年行动计划（2018-2020 年）》所提目标，**无论从网络基础设施能力和覆盖，还是用户感知度（平均下载速率）看，上海已率先实现“双千兆宽带城市”的建设目标。**具体如下:

(一) 率先建成双千兆宽带城市，网络质量全国领先

1. 固网连接速率长期领先

根据宽带发展联盟数据，2020 年二季度，上海家庭固定宽带千兆用户数为 36.7 万，渗透率（千兆宽带用户在所有宽带用户中的占比）为 4.02%，居全国第一。而从国内终端到互联网应用端的“端到端”下载体验速率比较来看，自 2015 年三季度以来，上海始终在全国各省（区、市）排名中保持第一。



数据来源：宽带发展联盟

图 6 一线城市和全国固定宽带可用下载速率对比

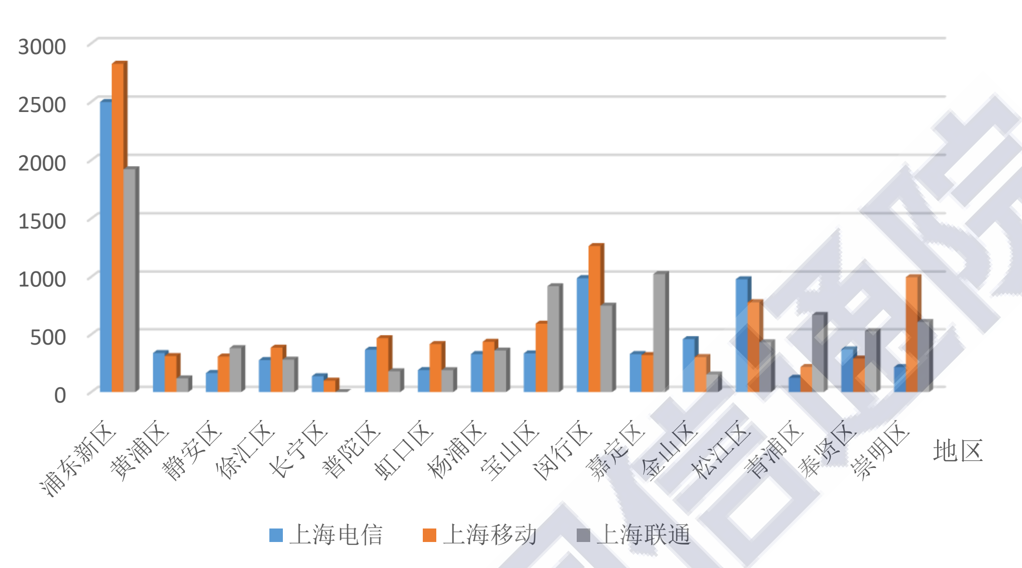
2. 5G 网络建设领跑全国

上海高度重视 5G 带来的发展机遇，不断加大 5G 网络建设力度。从国内对比来看，上海 5G 室外基站建设数量领跑全国。根据宽带发展联盟数据，2020 年二季度的 5G 基站占比（5G 基站在所有基站中的占比）上海为 20.19%，居全国第一。从国际对比来看，据上海市经信委援引相关行业数据显示，韩国首尔地区已建成 5G 室外基站 8.2 万个有源天线单元（AAU），按同口径比较，上海 5G 室外基站 AAU 数量约为 9.42 万（室外基站 2.66 万），已超过首尔，居全球第一。

从区域对比来看，上海非中心城区 5G 室外基站总量占比较高，浦东新区、闵行区、宝山区、嘉定区、松江区、崇明区占全市总量 66.7%，其中浦东新区 5G 网络基础设施建设仍步入快车道，截至 2020 年 8

月底，总计布设 5G 室外基站 7246 个，布设总量占全市比重达到 39%，较同年 3 月增长 75.24%。

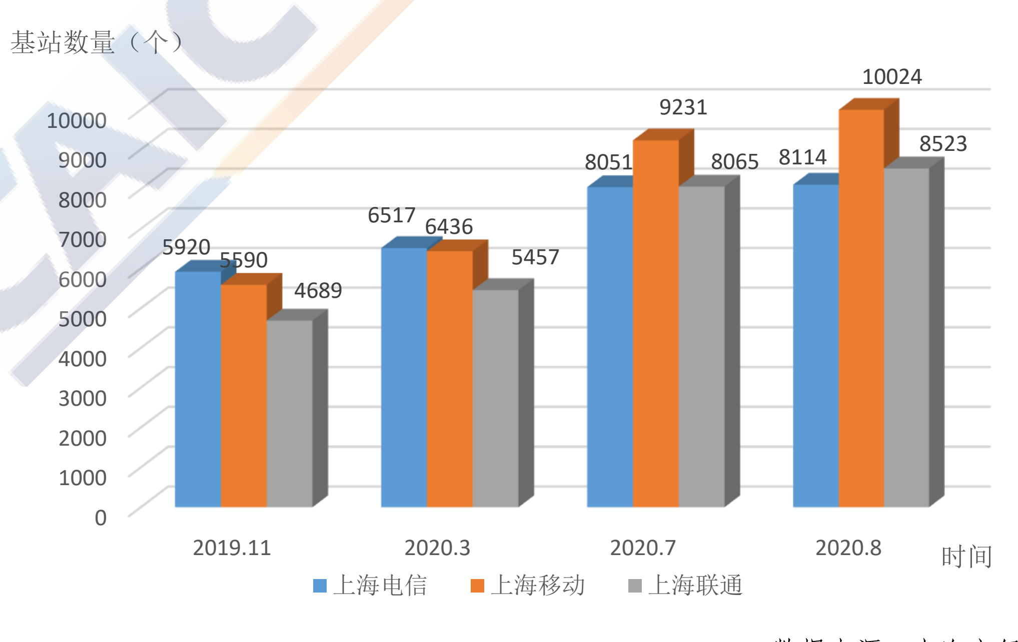




数据来源：上海市经信委

图 7 上海分区域 5G 室外基站布设情况

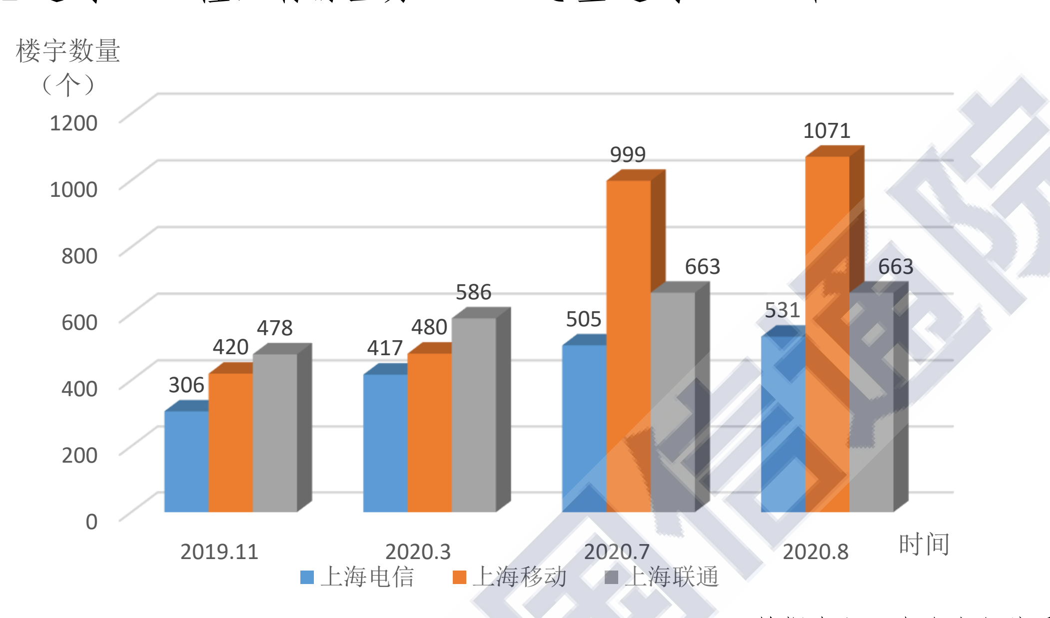
从三大运营商对比来看，上海移动的 5G 基站总量领跑。截至 2020 年 8 月，上海移动的 5G 室外基站总量超过 1 万个，占全市 5G 室外基站比重达到 37.58%。



数据来源：上海市经信委

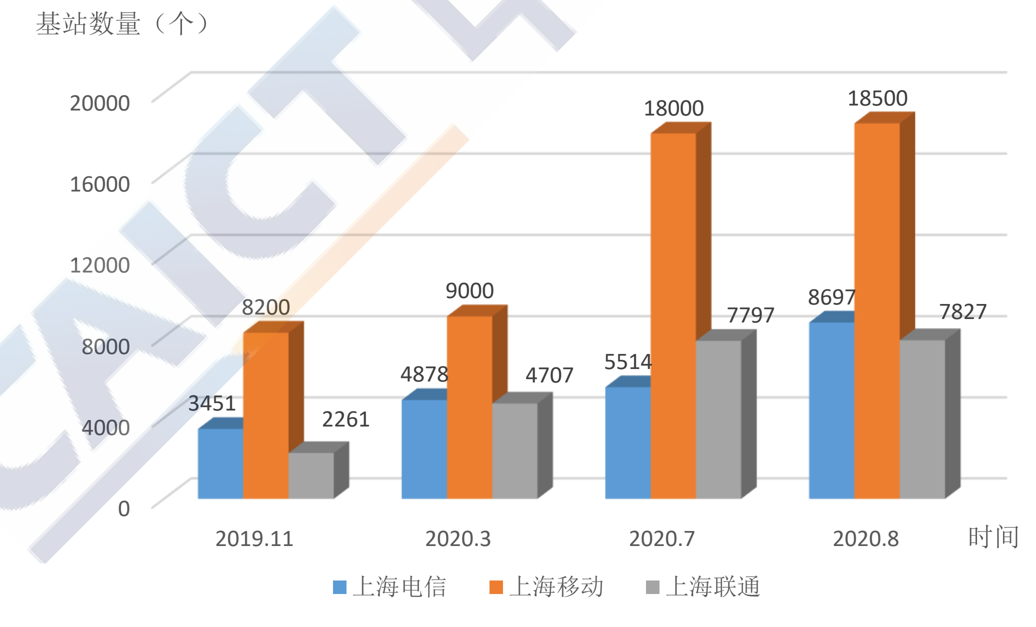
图 8 上海 5G 室外基站布设情况

此外，在 5G 室内网络覆盖方面，上海已实现 5G 室内覆盖的楼宇已达到 3241 幢，有源室分 PRRU 总量达到 49751 个。



数据来源：上海市经信委

图 9 上海 5G 室内网络覆盖楼宇情况

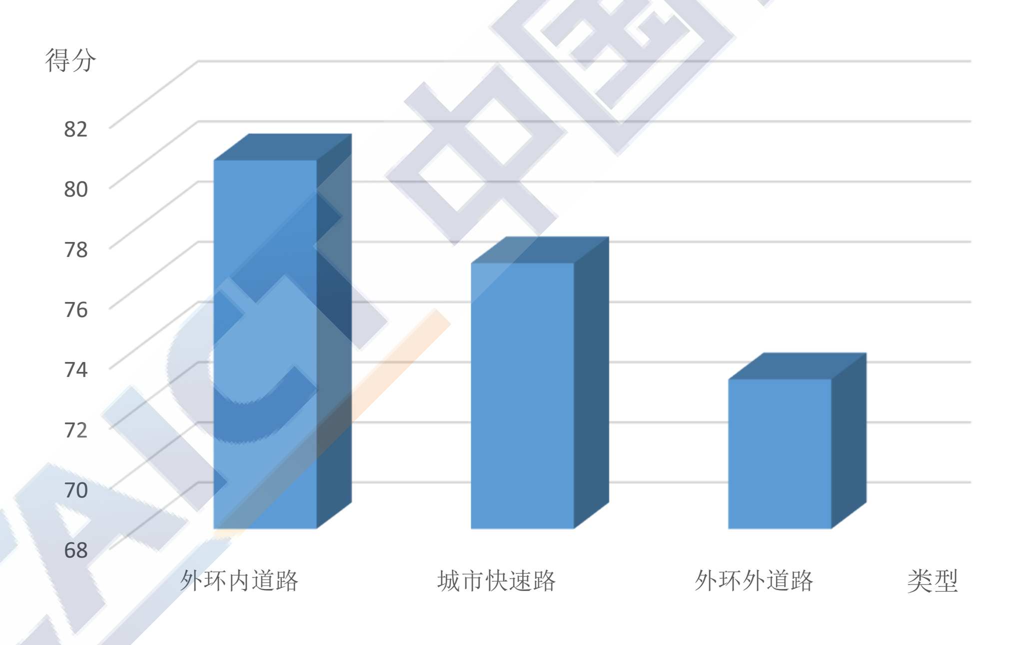


数据来源：上海市经信委

图 10 上海 5G 室内网络 PRRU 数量

在不断扩大 5G 网络覆盖广度的同时，上海也高度重视用户体验

度，持续提升 5G 网络质量。《上海市 5G 网络及用户感知测评报告（2019 年）》数据显示，上海外环内基本实现 5G 全覆盖，重点区域用户感知测试良好。从详细指标来看，上海 5G 综合覆盖率指标良好；5G 时长驻留比指标在外环内道路表现良好，达到了 73.94%；从速率指标来看，上海整体 5G 下载平均速率约为 4G 下载平均速率的 10 倍，达到了 335.19Mbps，其中外环内道路下载平均速率达到 374.14Mbps，城市快速路达到 292.41Mbps，外环外道路则为 179.88Mbps。5G 上传平均速率上海整体为 46.91Mbps，其中外环内道路上传平均速率达到 52.29Mbps，城市快速路达到 39.49Mbps，外环外道路则为 27.35Mbps，约为 4G 上传平均速率的 4 倍。

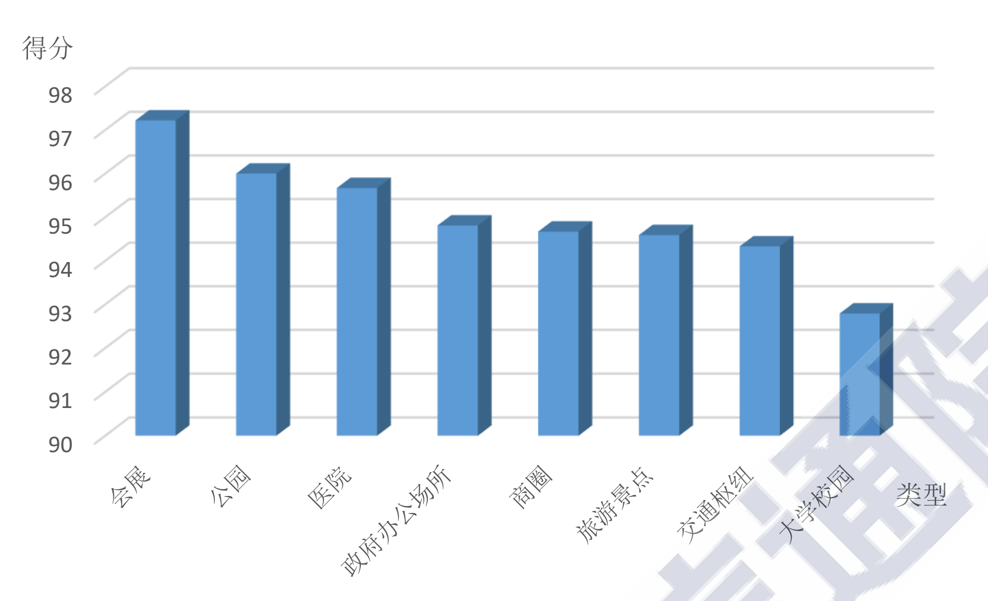


数据来源：《上海市 5G 网络及用户感知测评报告（2019 年）》

图 11 上海道路 5G 基础网络指标测试综合得分

而从全市重点场所的 5G 移动通信用户感知测试情况看，在三大运营商公布的覆盖区域内，总体表现良好。会展中心、公园、医院、政府办公场所、商圈、旅游景点、交通枢纽和大学校园等 8 类场所评

分较高。



数据来源：《上海市 5G 网络及用户感知测评报告（2019 年）》

图 12 上海重点场所 5G 移动通信用户感知测试综合得分

2020 年，上海持续推进长三角一体化发展示范区、虹桥商务区、临港新片区、张江科学城、崇明花博园等重点区域 5G 的网络部署。同时完善浦东、虹桥两大机场、297 个地铁的地下站厅站台等交通枢纽 5G 网络覆盖，为上海打造全球领先的国际营商环境奠定了坚实基础。三年内，上海将继续新建 3.4 万个 5G 基站，同时还要完成南京东路、徐家汇、陆家嘴等上海十大商圈深度覆盖，使室外 5G 平均下载速率达到 500Mbps 以上。在实现全市范围内的 5G 覆盖后，结合新一代的 Wi-Fi6 技术完成公共场所无线热点覆盖，上海将有条件建成速度最快、层次最丰富、应用最智能的网络化体系。

3. 国际信息枢纽加快建设

千兆网络的建设与应用离不开国际网络基础设施的互联互通。从全国发展情况看，经过多年建设，我国国际通信基础设施逐步完善，

初步形成海底光缆、跨境陆缆为主的国际传输网络架构。上海作为中国对外开放门户，近年来不断加强国际信息基础设施建设，完善国际信息枢纽功能。目前，上海在崇明、临港已建有三个登陆局，登陆的国际海光缆有 APCN2、TPE、APG 等 7 个系统共 12 条海光缆，总量领跑全国，根据上海市经信委数据显示，截至 2019 年末在上海开通的国际海光缆容量约为 22Tbps，上海国际出口局提供的互联网国际出口带宽总计约 5Tbps，具体如下表所示：

表 1 上海海光缆分布情况

光缆名称	条数	登陆点	主要路经地区	投运时间
亚欧光缆 3 号 SMW3	1	崇明	西欧、南欧、中东、北非、南亚、欧洲、东南亚和东亚等	2000 年
亚太光缆 3 号 APCN2	2	崇明	中国（香港、台湾）、日本、韩国、新加坡、马来西亚	2001 年
TPE 跨太平洋直达光缆	2	崇明	青岛、淡水、巨济、美国	2008 年
环球光缆 FLAG	1	临港	东亚、南亚、中东、西欧、南欧、北非	1998 年
C2C 光缆	2	临港	中国（香港、台湾）、菲律宾、新加坡、韩国、日本	2001 年
APG 光缆	2	临港、崇明	韩国、马来西亚、日本、中国（香港、台湾）、菲律宾、越南、新加坡、泰国	2016 年
NCP 光缆	2	临港、崇明	中国大陆、中国台湾美国俄勒冈州、韩国、日本	2018 年

资料来源：上海市经信委

4. IPv6 网络升级稳步推进

加快推进 IPv6 规模部署，对于构建高速率、广普及、全覆盖、智能化的下一代互联网意义重大。近年来，上海不断加大 IPv6 规模部署推进力度，并且在 2020 年 6 月印发了《上海市推进互联网协议

第六版（IPv6）规模部署三年行动计划（2020-2022年）》。

根据上海市经信委数据显示，截至2020年7月，上海基础电信运营企业网络设施已基本完成IPv6改造，固定网络和LTE网络基本具备了IPv6承载能力。固网宽带上海已分配IPv6地址超550万，占家庭宽带用户80%，全国平均值为52.7%。LTE网络IPv6已分配地址用户数超3000万，占4G上网用户数97.1%，全国平均值为94.5%。

此外，根据上海市委网信办数据，截至2020年9月，上海500家主要网站，主页可通过IPv6访问为222家，占比为44.4%。“中国上海”门户网站已全站支持IPv6访问。在企业网站方面，金融领域相关企业网站IPv6改造程度较好，其中，银行类企业网站IPv6支持率为80%，保险类企业网站IPv6支持率为78.38%，证券、基金和期货类企业网站IPv6支持率为100%。

5. 数据中心建设初具规模

目前，上海数据中心建设已达一定规模，根据上海市经信委相关数据，上海已建成用于公众服务的互联网数据中心103个，机柜总量近14万架，平均上架率近80%。从地域分布看，上海近60%的数据中心分布于罗泾、外高桥、金桥、周浦等地。由于上海网络条件与人才等配套资源优势突出，近年来在数据中心领域吸引了大量投资，2019年和2020年，上海新增两批共计18个数据中心的批复，新增6万机架供应量，初步预计将带来直接投资超百亿元。

从国内外数据中心的发展趋势来看，集中化的发展模式，更有利于规模效应的形成。而目前上海老旧小散数据中心存量相对较大，能

效水平相对较低。其中，500 机架规模以下的互联网数据中心占比约为 35%，机架总数为 8000 余个。因此，未来上海数据中心发展所面临的节能降耗与集中管理的需求将更趋迫切。

(二) 不断加强政策供给，引导行业规范合理发展

1. 构建千兆网络政策体系

为加快推动千兆网络建设部署，上海制定了一系列政策文件，形成了以解决实际问题和满足发展需求为导向的政策体系。2019 年先后发布了《上海市人民政府关于加快推进本市 5G 网络建设和应用的实施意见》、《上海 5G 产业发展和应用创新三年行动计划（2019-2021 年）》、《关于做好电力卓越服务支持 5G 网络建设的意见》等政策文件，2020 年上海又进一步发布了《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020-2022 年）》，明确了包括新建 3.4 万个 5G 基站在内的一系列建设目标，并提出在实现全市覆盖的基础上，持续推进重点区域深度覆盖和各区功能性覆盖、形成有规模效应的应用，实现全市家庭千兆接入能力和商务楼宇万兆接入能力全覆盖。移动通信网络、固定宽带网络接入能力达 1000Mbps，用户感知速率超 50Mbps。

此外，为把政策落到实处，上海市经信委同市国资委、市教委、市交通委以及市容绿化等部门，积极协调在沪央企、市属国企、高等院校、高架高速龙门架、公园绿地等开放 5G 站址资源，支持 5G 网络建设和应用。同时，推动上海电力设立了 5G 基站电表新装、电力增容绿色通道，确保各环节快速审批、快速实施。根据上海市经信委

相关数据，截至 2020 年初，已完成 1583 处直供电扩容，501 处非直供电改直供电，为 5G 网基站快速部署提供了有力支撑。

在探究 5G 网络布设的创新载体方面，上海结合自身城市精细化管理的迫切需求，编制了《上海市综合杆基站建设导则》。根据上海市经信委相关数据，截至 2020 年 10 月，已在虹口区、黄浦区、徐汇区、浦东新区开展首批 5G 综合杆基站试点，建设数量为 112 个。新建的综合杆、传输管道、电源等配套设施为基站建设提供了共享资源，为移动通信网络特别是 5G 网络的深度覆盖提供了创新思路。下一步上海将加快建设落地，在试点经验的基础上，力争 2020 年底前利用存量综合杆建设 5G 基站 500 个。在未实施架空线入地和合杆整治的路段，上海将按照《综合杆基站建设导则》和建设管理部门的技术标准与要求，推进综合杆基站建设落地。

此外，上海还通过开展信息化发展专项资金（新一代信息基础设施建设）项目申报和评审工作，在全市范围内选取优质 5G 创新应用项目给予一定比例的资金支持。

2. 引导行业规范合理发展

为引导千兆网络行业规范合理发展，上海制定并发布了规范产业发展的相应标准。以 5G 为例，2020 年 6 月发布的《上海市 5G 移动通信基站布局规划导则》构建起上海“1+16+X”5G 基站布局规划体系，明确了 5G 网络服务能级和创新应用能级，提出全市 16 个行政区划和若干相关区块 5G 基站规划的编制路径和要求，为推动全市 5G 网络科学规划、合理布局，促进 5G 基站的有序设置，提供了法律保障。

此外，结合金融、教育、文创体育等领域的创新应用需求，将 5G 网络服务能级分为 A 级、B 级、C 级和 D 级等 4 级，并明确了相应的网络指标要求，以及全市各区域的使用要求。

表 2 上海 5G 网络评级分类

能级指标	覆盖率	上行速率（Mbps）	下行速率（Mbps）	覆盖区域
A 级	≥98%	≥60	≥500	主城区的商务区、金融贸易区、商业街，各区新城，主要交通枢纽、旅游景区景点等用户高密集区域，预测 5G 基站平均站间距为 150m，平均密度为 50 个/km^2。
B 级	≥97%	≥60	≥300	主城区的其他区域，以及主城区外的中心镇、核心镇、文创体育场馆、教育场所以及大型居住社区等用户密集区域，预测 5G 基站平均站间距为 250m，平均密度为 20 个/km^2。
C 级	≥95%	≥30	≥100	主城区外的一般镇、村庄、农林，以及高速铁路、高速公路等用户非密集区域，预测 5G 基站平均站间距为 400m，平均密度为 7 个/km^2。
D 级	≥95%	≥5	≥50	其他区域预测 5G 基站平均站间距为 900m，平均密度为 2 个/km^2。

数据来源：上海市经信委

此外，为推动 5G 行业应用，上海市经信委还联合专业机构发布了一系列行业应用白皮书，形成了《5G+智能制造白皮书（2019）》、《5G+智慧医疗白皮书（2019）》、《5G+智慧地铁白皮书（2019）》、《5G+智慧交通白皮书（2020）》、《5G+智慧教育白皮书（2020）》等成果。通过白皮书盘点了目前上海 5G 在制造、医疗、交通、教育等行业领域的创新应用，并通过对系列标杆案例的研究梳理，总结出相关传统行业企业如何基于自身发展需求而发掘 5G 应用场景，并应用 5G 技术解决具体问题的实践经验。

3. 充分调动社会主体参与

上海在推进“双千兆宽带城市”建设过程中，秉持“人民城市人民建”的理念，充分发挥人民群众的主人翁精神，积极调动社会主体参与“双千兆宽带城市”建设积极性。为了查缺补漏，寻找 5G 网络盲区，加快全市 5G 网络深度覆盖，上海启动了 5G 网络质量监督活动“啄木鸟计划”，即在全市范围内招募 100 名“5G 网络质量监督员”，以网络“啄木鸟”形式，通过“随申测”APP，适时对其周边 5G 网络质量进行测试，实时反馈 5G 网络使用体验，以便有助于下一步的网络补盲和优化。

此外，上海双千兆网络建设坚持政府引导、企业主导的原则，以鼓励市场主体的创新应用带动基础网络建设。为推动 5G 网络建设和创新应用，上海市经信委积极相应工信部号召，组织上海企业参与“绽放杯”5G 应用征集大赛。2020 年 8 月，第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛上海分赛暨上海 5G 应用创新大赛再度举行。大赛共收到了 153 个有效项目，有 30 个优秀项目脱颖而出，进入决赛角逐，另有 5 个项目入围特色奖候选。最终，大赛评选出了一等奖 5 名、二等奖 10 名和三等奖 15 名，以及最佳创新奖、疫情防控专项奖、新片区伯乐奖 5 个特色奖项，充分展现了 5G 技术在智能制造、智慧交通、智慧医疗、智慧生活和智慧城市等多领域的创新应用。

在 2020 年中国国际信息通信展览会举行的第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛颁奖典礼上，由上海交通大学医学院附属瑞金医院承担，中国联合通信有限公司上海分公司、上海傅利叶智能科技有限公司共

同参与的“基于 5G 监测和 AI 控制的瑞金智能机器人康复港建设”项目，从全国 4289 个参赛项目中脱颖而出，并列荣膺一等奖。

表 3 第三届“绽放杯”5G 应用征集－上海分赛评选一等奖项目

序号	项目申报主体	项目名称
1	上海宝信软件股份有限公司	基于 5G 无人机技术钢铁能源动力巡检智能系统
2	上海核工程研究设计院有限公司	5G 在智慧核电中的创新应用
3	上海诺基亚贝尔股份有限公司	5G 智慧警务头盔
4	中国移动通信集团上海有限公司	5G+智慧交通在港口运输上的示范应用
5	上海交通大学医学院附属瑞金医院	基于 5G 监测和 AI 控制的瑞金智能机器人康复港建设

资料来源：上海市经信委



三、上海双千兆创新应用赋能千行百业

上海“双千兆宽带城市”建设的基础是双千兆宽带网络，而落脚点则是城市，作为战略性公共基础设施，千兆网络的应用场景众多，可以广泛赋能经济社会发展的各个方面。因此，上海在打造“光纤固网+5G”双千兆的基础上，积极构建高速、智能、泛在的应用生态圈，不断推进千兆网络在经济发展、人民生活和城市治理各领域的创新应用，实现对千行百业的深度赋能。

在《上海市促进在线新经济发展行动方案（2020—2022 年）》中，上海提出要聚焦无人工厂、工业互联网、远程办公、在线金融、在线文娱、在线展览展示、生鲜电商零售、“无接触”配送、新型移动出行、在线教育、在线研发设计、在线医疗等 12 个重点发展领域，这些领域未来的成长壮大均需要依托于千兆网络的建设与保障。此外，上海的“一网通办”与“一网统管”同样是双千兆宽带网络的重要应用场景。

目前，上海千兆网络对个人（To C）、对企业（To B）、对政府（To G）三类业务齐头并进、亮点频现，特别是在 To B 业务方面，上海持续深化千兆网络与制造、医疗、交通等垂直行业的融合发展，着重推进了 400 余项 5G+行业应用项目，力争形成千兆网络赋能千行百业的“上海方案”。

(一) 双千兆+智能制造

工业互联网是智能制造的关键支撑，而双千兆网络则是工业互联网的重要基础，工业 PON 和 5G 网络可以广泛应用于智能制造的各个环节之中，极大提升数据交互效率。

上海飞机制造有限公司与上海联通携手，通过5G高速率、低时延、大连接的网络支撑能力，探索5G技术与民用飞机制造工艺融合，将5G技术应用于智能制造，助力制造业创新转型，建设5G+智能工厂。通过打造智慧生产、智慧物流、智慧检测、智慧决策四大类 5G应用场景，最终帮助企业运营成本降低20%以上，生产效率提高30%以上。5G 网络可以使人机交互速度更快，安全性能更高，生产系统更灵活，生产的运营和管理成本优势更大，助力企业全面数字化管理，实现现场异常实时告警，现场数据实时采集及分析，并对生产要素进行全过程管控。

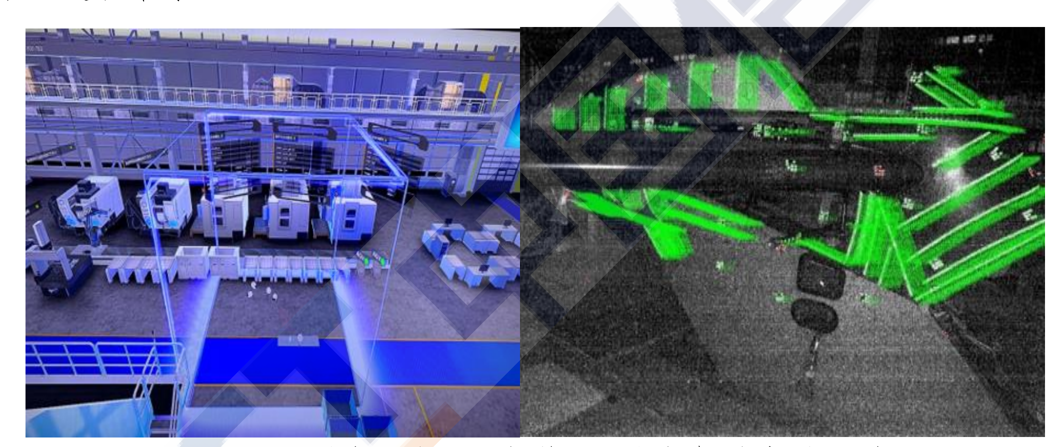


图 13 沉浸式透明工厂与基于云化相机的实时监测

(二) 双千兆+智慧交通

交通领域的调度指挥和运营管理都离不开网络保障，特别是智能网联交通的发展更是以高速可靠的网络为基础，双千兆网络在交通领域发挥着日益重要作用。

2019年进博会期间，上海申通地铁联合上海电信，基于5G技术支撑地铁2号线、10号线、17号线“进博三线”之间的运营协调，以

及徐泾东站、虹桥火车站站、诸光路站“进博三站”之间的联动指挥，从而形成进博会“三线三站”区域化联合指挥体系，大幅提升地铁行车组织、客运组织以及维护保障等服务能力，充分展示了5G技术在应对高并发的情况下数据传输的稳定性。

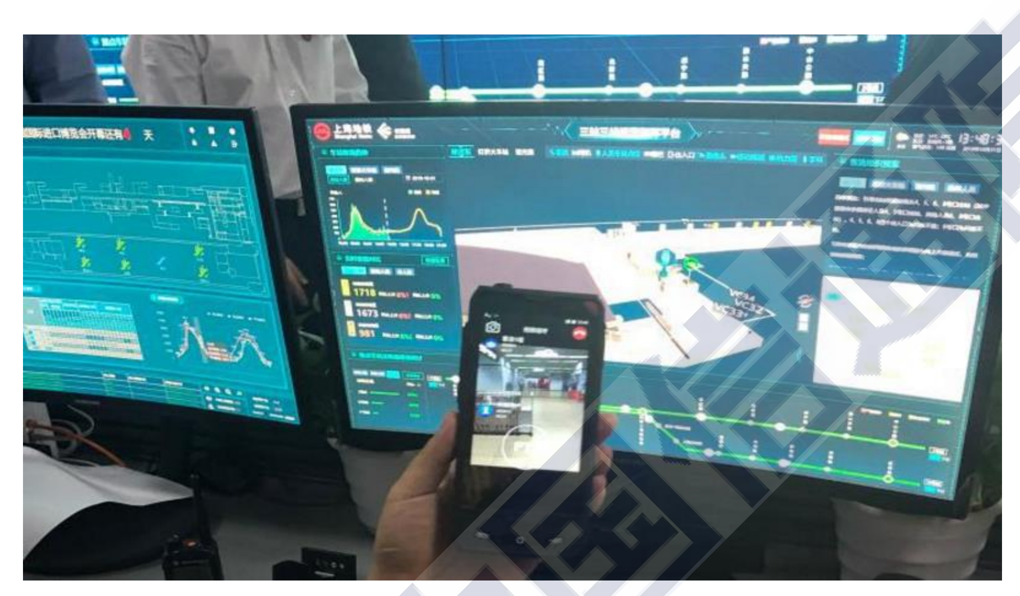


图 14 5G 智慧地铁平台

在智能网联自动驾驶应用方面，上汽集团与上海移动合作，基于5G-V2X的车路协同技术，实现5辆无人重卡的编队行驶，打造自洋山深水港物流园区，经东海大桥到洋山港一期的集装箱转运闭环。从而实现洋山港和芦潮港的查验箱运输业务的优化，以及及海关查验中转业务的自动化、高效化，降低了东海大桥的运营压力，有效提高了洋山港至芦潮港地区的集疏运能力，充分发挥了5G技术在应对复杂路况情况下低延时的特性。



图 15 洋山港 5G 智能重卡

(三) 双千兆+智慧医疗

双千兆网络将有效赋能远程医疗、医疗影像、急救车载和医院数字化服务，切实提升患者在医疗健康领域的体验感和获得感，伴随着互联网医院的不断发展以及各类智慧医疗应用的不断普及，双千兆网络将在医疗领域发挥更大的支撑作用。

岳阳医院与上海电信在 2019 年签署《“双千兆+智慧医疗“合作协议》，展开千兆超高速宽带和千兆 5G 应用试验，将建成“全球首个双千兆智慧医院”。建成之后除了可以实现远程会诊，5G 医疗机器人等应用外，还将整体推动岳阳医院“基于分级诊疗、基于辨证论治、基于生命周期、基于以人为中心、基于智慧中药房、基于传承创新”的互联网中医平台建设，助力国际一流的中西结合医院建设。

华山医院在 2019 年与上海联通合作建立起上海首家 5G 智慧医疗应用示范基地，先后落地远程手术直播、远程 B 超及 AR 远程查房等场景应用。目前，华山医院正探索建立 5G 架构下复合院区间影像

大数据协同管理平台，有效推动医联体内部影像数据使用的实时共享、深度协作，实现医联体医疗标准同质化。同时，将应用延伸到医联体外部，在安全可靠的 5G 环境下，患者可通过 APP 管理下载自己分布在各大就诊医院的医疗影像数据。



图 16 华山医院 5G 智慧医疗应用示范基地

瑞金医院则基于 5G 医疗专用网所具备的“低延时、高可用”等特性，通过康复机器人这一康复领域中最具代表性的智能化装备，以同等人力为更多患者提供康复。同时，还可为东部地区的康复专家随时监测基层的机器人辅助康复提供网络支撑，跨越传统医疗资源对接的瓶颈障碍，实现 5G“一网飞架东西，天堑变通途”。

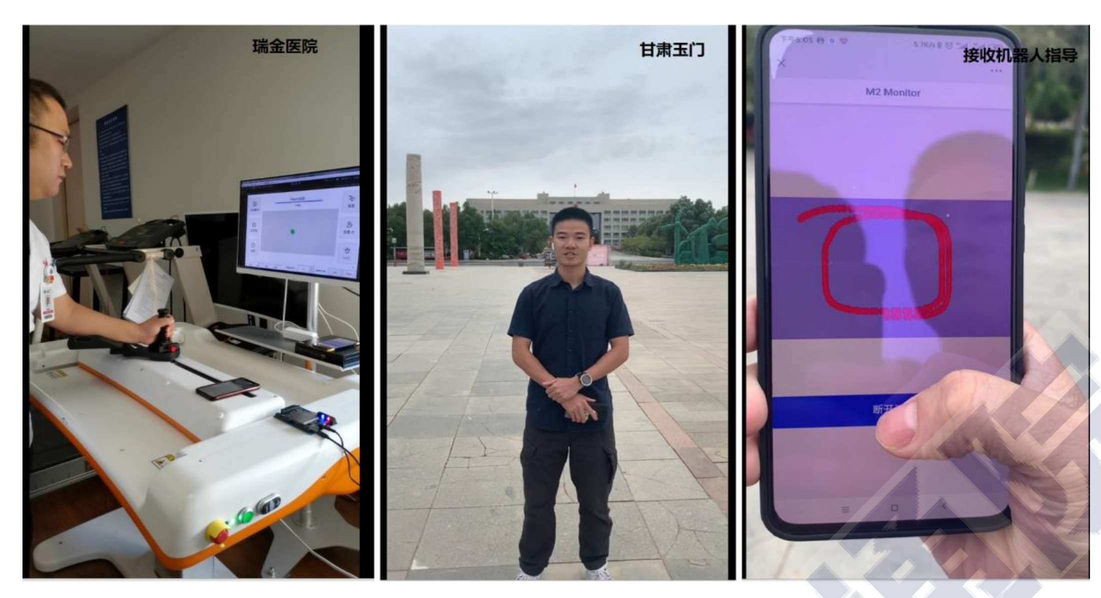


图 17 瑞金医院 5G 智能机器人康复港建设

(四) 双千兆+智慧教育

疫情期间在线教育的广泛开展已经充分体现了双千兆的巨大应用价值，而通过结合应用 5G、人工智能、MR 等信息技术则可以在教育领域产生更多的创新应用。

上海电信、上海移动、上海联通和东方有线四家通信运营企业在疫情期间，根据市委、市政府统一部署，积极承担社会责任，在较短时间内，完成 IP 城域网的技术优化，对在线教学所涉及的 CDN、教育网出口带宽、上海市教委“微校”的互通带宽等基础网络资源进行了紧急扩容，并将全市各类教育单位专线服务保障等级提升至最高级别，依托千兆网络为全市 143 万中小学师生“空中课堂”的在线教学提供网络支撑保障。“空中课堂”正式开播期间，各平台门户响应时间正常、性能负荷正常，系统后台运转良好，网络监控各项指标正常，未发生网络安全事件。东方有线电视、电信 IPTV、移动 IPTV、联通 IPTV“空

中课堂”日均在线收看用户数超过 102 万人次，通过“播播 TV”、“咪咕视频”、“沃视频”网络平台收看课程用户日均超 3 万人次，通过 5G 终端收看达 5 万人次。



图 18 四大运营商全力保障“空中课堂”

在 5G+智慧教育的创新应用方面，上海徐汇中学将混合现实技术（Mixed Reality，MR）与初中课堂教学相结合，借助大带宽、低时延 5G 网络，打造“混合现实全息教室”，包括 MR 教学区和 MR 互动学习区，为 K12 教育带来立体直观的教学模式。这一应用可以充分发挥 5G 网络低时延的技术优势，通过 MR 全息眼镜本地渲染与云端协同渲染实现远程全息互动。5G+MR 全息教室融合泛化教育理念和情景化学习场景，将教学中抽象内容以简单直观的方式呈现出来，帮助学生快速理解和快速掌握，并且相关教学资源可同步云端存储，为学校沉淀优质教学资源。此外，借助 5G 网络，身处异地的师生通过全息互动可以共享优质教育资源，提高协作能力，促进基础公共教育服务均等化。



图 19 5G+MR 教学应用场景

(五) 双千兆+城市管理

当前，上海正在大力推进“一网通办”和“一网统管”两张网建设，不断提升城市精细化管理能力。两张网的基础是网络，双千兆网络将为实现“高效办成一件事”、“高效处置一件事”提供关键支撑。

在公共安全管理方面，高清视频监控需要千兆网络支撑视频和图像的实时高清回传。在南京路步行街试点的 5G 巡逻机器人项目，实现了基于 5G 网络的现场高清图像的实时传送，同时搭配人工智能算法，提供智能识别功能，将巡查的环境问题及时反馈到后台进行告警并及时处置，对突发事件实现快速响应，以强大的网络支撑为上海城市安防保驾护航，促进各类城市运行系统的互联互通。此外，上海诺基亚贝尔提供的 5G 警务头盔，结合人工智能、大数据、云计算、AR 等技术，可基于 5G 移动网络实现第一视角拍摄，并将现场情况回传，还可利用 AR+大数据进行人脸识别、车牌识别、人证对比等，有效提

升城市安防的移动性和单兵作战能力。

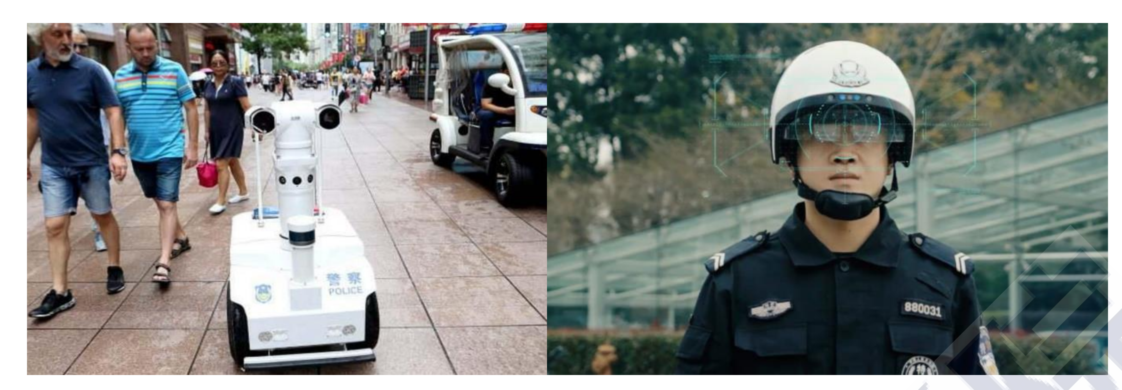


图 20 5G 巡逻机器人与 5G 智慧警务头盔示意图

在城市区域巡检管理方面，临港新片区应用了 5G 网联无人机系统，通过发挥 5G 的低时延特性，可以 0.2 秒的时延快速将云端指令传输至无人机端。另一方面，基于 5G 的大带宽特性，可以将大体积视频回传至云端进行复杂处理。



图 21 5G 网联无人机示意图

(六) 双千兆+智慧民生

在生活领域，双千兆网络早已为人民群众日益丰富的在线生活提供了无形支撑，包括在线直播、在线游戏、在线社交、在线办公等都

是双千兆网络的重要应用场景。

除了日常生活中的直播应用外，2019 年进博会期间，上海联通支撑开展了“5G 带你看进博”高清直播活动，由馆内现场主持人对展商及热点展品进行现场介绍，通过 5G 高带宽传输同步在全市七大商圈（浦东世纪汇、徐汇汇金、长宁高岛屋等）进行直播，使得场馆外的市民身临其境地感受到了进博的氛围，为用户带来上海 5G 网络的极速之旅，体验不一样的进博会。









图 22 5G 看进博

除视频类应用外，对大带宽需求较高的在线游戏，特别是云游戏同样是千兆网络的重要应用场景。上海近年来努力打造“全球电竞之都”，而千兆网络则是上海电竞产业生态建设不可或缺的关键基础设施。2020 年 10 月 31 日，第十届英雄联盟全球总决赛（简称 S10）成功在上海举行，全球观众均可通过网络等渠道观赛。2019 年，另一项全球顶级电竞比赛即第九届 DOTA2 国际邀请赛（简称 TI9）也在上

海成功举办。对于电竞比赛而言，不仅竞技场馆对网络设施有着极高的要求，而且衍生的远程直播、电竞解说等都需要优质网络的保障，因此，上海能够接连举办国际顶级电竞比赛，离不开双千兆网路建设的支撑。

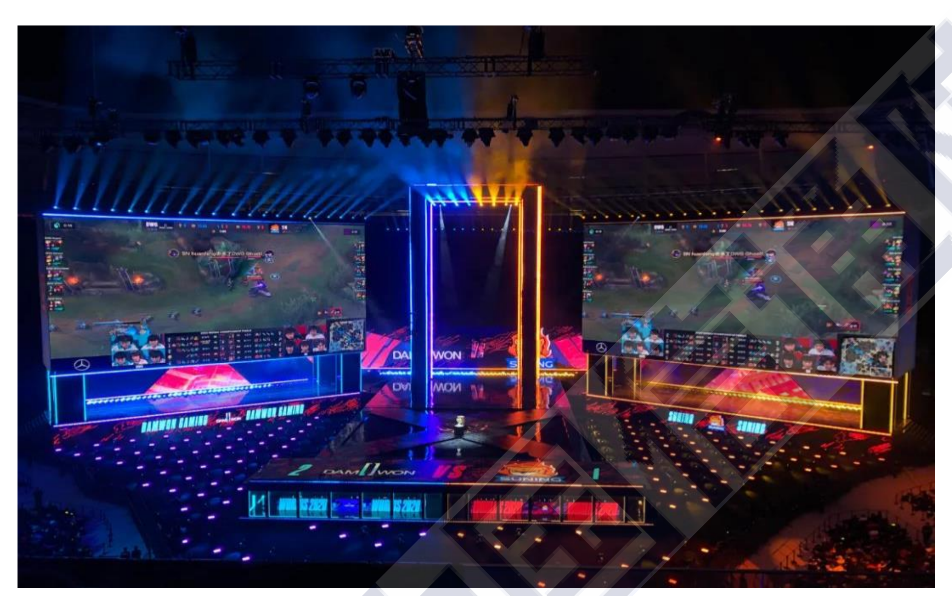


图 23 2020 英雄联盟全球总决赛（S10）

此外，双千兆网络也在支撑着传统生活领域的创新变革。上海移动联手邮储银行上海分行打造了 5G 智慧网点，通过落地全息数字人等应用，实现 3D 虚拟机器人基于人脸识别主动接待客户，引导业务自主办理。目前，虚拟机器人每天平均互动次数 60 次，相当于一个大堂经理每天工作量的 1/3，平均能为每名客户的业务办理节省 1/3 的时间，在节约人力成本的同时，避免了员工长期从事重复性工作，可以助力提高工作效率。

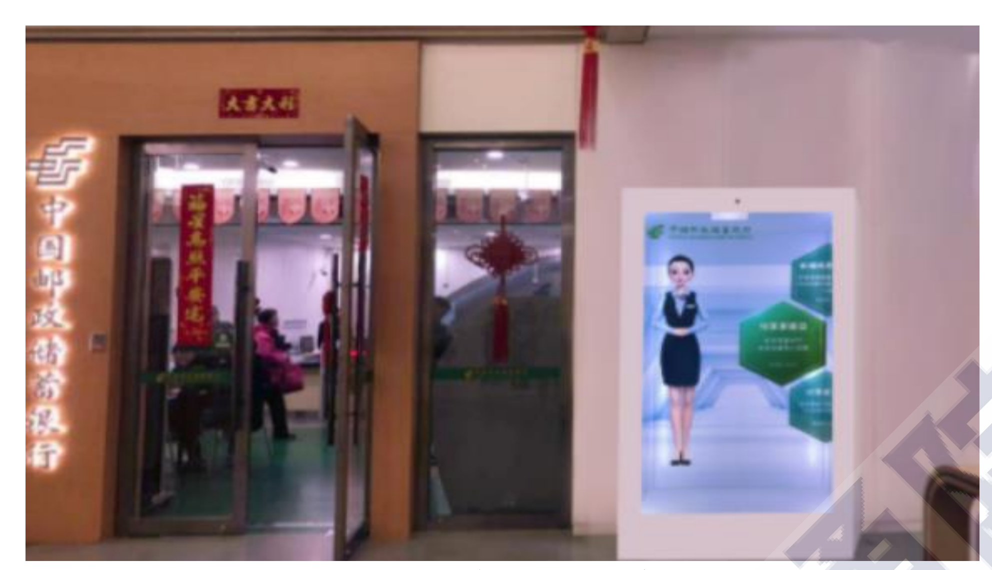


图 24 5G 智慧银行网点

四、总结与展望

通过对千兆网络建设和发展的全面梳理对标，可以说目前上海已初步建成了“双千兆宽带城市”。从网络和应用的关系来看，适度超前的网络是应用发展的基础。高质量信息通信网络基础在“建”，关键在“用”。一方面，在网络全面覆盖的基础上，千兆宽带网络的实际用户体验仍需要进一步提升；另一方面，基于千兆网络特别是 5G 网络的行业创新应用仍需要持续推动。这两方面也正是我国推进“千兆城市”建设所考虑的重点工作方向。

(一) 面临挑战

如前文所述，从网络覆盖和能力角度看，上海千兆光纤网络和 5G 网络建设已经提前实现建设“双千兆宽带城市”的目标，但在用户体验提升和推广行业应用方面仍面临一些挑战。

目前，影响和制约用户宽带网络体验进一步提升的主要因素包括以下几方面:

一是多数用户仍使用低速率套餐。由于目前千兆宽带创新业务较少而业务套餐价格较高，导致绝大多数用户使用的仍是低速率套餐，更换 500M 及以上高速率宽带套餐的动力不足，制约了上海千兆宽带用户的进一步增加。

二是互联网业务服务能力有限。用户访问目标网站及应用承载服务器带宽不足或负载过大，导致访问往往被限速，从而使用户无法达到最高速率，用户体验速率一般为签约套餐速率的 20%-50%甚至更低。

三是用户终端及家庭网络环境影响。良好的用户体验离不开性能匹配的终端设备，目前市民家庭网络中使用的主流路由器仍属于百兆路由器，大部分终端仍为4G和普通Wi-Fi终端，采用高性能路由器和Wi-Fi6家庭网络的用户较少，这也影响用户千兆网速的体验。

在双千兆网络的创新应用方面，5G网络将是下一步的应用重点，其大带宽、低时延、广连接的技术优势未能在行业应用中得以充分体现，特别是网络切片功能的价值尚未发挥，面向垂直行业领域的大规模商业化持续运营的商业模式仍待进一步探索。

(二) 举措建议

针对上述问题与挑战，围绕提升用户体验和促进创新应用两个主要发展方向，建议采取以下几方面举措:

一是补盲强弱，做好网络深度覆盖。推动网络由覆盖型向容量型转变，力争2021年底实现中心城区和郊区重点区域5G深度覆盖，率先建成5G精品网络，重点区域5G平均下载速率超1000Mbps。

二是普惠于民，鼓励运营商进一步提速降费。建议新增固定宽带套餐不低于300Mbps，并分阶段对存量低网速套餐用户进行免费提速，对低版本路由器进行更新换代，大力推广Wi-Fi6无线局域网，进一步提高市民使用宽带千兆套餐和5G套餐的比例，力争2021年底全市固定宽带平均接入速率超过300Mbps。

三是聚焦重点，加强宽带网络质量监测技术手段建设。建议建设部署宽带网络质量智能化监测平台，精准分析各运营商、各网络环节和各区域的网速及网络质量状况，并纳入本市智慧城市评价指标体系，

进一步推动网络针对性提速增优，提高用户感知度。

四是加强应用，强化用户侧应用驱动。鼓励企业基于千兆网络加大业务创新和应用研发，特别是探索创新 5 G 应用的技术模式与商业模式。通过政府专项资金、5G 产业基金引导等方式，推动 4K/8K、AR/VR 等新业务和 5G+行业应用融合发展。同时，加强宣传引导，提高市民网络应用积极性。

(三) 未来展望

“十四五”期间，数字化发展必将不断加速，千兆固定网络和 5G 网络作为重要的新型基础设施，将为高质量发展提供更加有力的支撑，通过融合赋能与创新应用，催生更多的新业态、新模式、新产业，而其自身的发展也将进入新的阶段。中国信通院在《中国宽带发展白皮书（2020）》中提出，信息基础设施正面临着新旧动能转换、发展重心调整、运营模式创新的重大变革，其内生动能将从传统网络技术向大数据、人工智能、云计算、物联网等新一代信息技术拓展；发展重心将从带宽、速率等传统网络指标向与城市管理、民生服务等密切相关的生态指标转变；运营主体将从传统电信运营商向互联网企业、行业龙头企业等主体延伸，形成多元的发展动力、多维的评价标准和多样的服务业态。

城市是新一代信息技术理想的试验场，上海作为超大型城市不仅对“双千兆”网络建设有着迫切的需求，也为“双千兆”网络的应用提供了丰富的应用场景和广阔的市场空间。如何更好地将网络的规划、建设与应用融入到城市发展的大局之中，能够切实助力城市改善营商环

境和增强人民获得感与幸福感，形成以人为本、安全可控的网络发展格局，是在上海在率先基本建成“双千兆宽带城市”的基础上，需要进一步思考的问题。

面向未来，立足于城市数字化转型面临的关键问题与切实需求，上海需要紧紧抓住新一代信息技术发展的战略机遇，充分发挥研发集聚、人才汇聚、基础雄厚、场景丰富等优势，做强强项、补齐短板，带动新一代信息基础设施全产业链融合发展，着力建设和培育一批影响面广、带动效果显著的应用示范基地和重点应用项目，持续推动双千兆网络赋能本市经济社会发展。在打响“双千兆宽带城市品牌”的基础上，久久为功，持之以恒，进一步加强千兆光纤宽带和新型移动通信网络建设，助力上海打造成为打造全球新一代信息基础设施标杆城市。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62304839

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn



宽带发展联盟

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62300115

网址：chinabda.cn

